

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-133271

(43)Date of publication of application : 07.05.1992

(51)Int.Cl.

H01M 8/04

H01M 8/06

(21)Application number : 02-254527

(71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP <NTT>

(22)Date of filing : 25.09.1990

(72)Inventor : MATSUSHIMA TOSHIO

OSHIMA KAZUO

KAMEYAMA TOSHIO

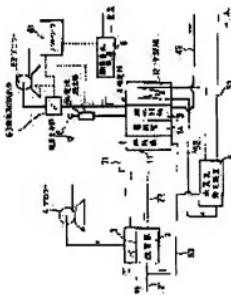
HASEGAWA TAKASHI

## (54) FUEL CELL

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To prevent a fuel cell from deteriorating by detecting an output of power generation of a fuel cell, regulating a gas quantity generated from an oxidizing agent gas controlling means and the opening degree of an intake port of the atmosphere corresponding to a generating current, and controlling oxygen content in oxidizing agent gas.

**CONSTITUTION:** When oxygen content in an oxidizing agent gas is made high, it is necessary to start voltage control from a larger current value than that at the time when the ordinary atmosphere is fed. When the oxygen content enters such a region, a gas quantity generated from an oxygen enriching device 6 and an intake quantity of the atmosphere from an air intake port 63 are regulated by a controller 61, the oxygen content in the oxidizing agent gas to be fed into an oxidizing agent pole 13 is controlled, and a current region of voltage control which is performed by a means sending a current to a dummy load is made as small as possible, so as to make the oxygen content correspond to the current value. Since the oxygen content of oxygen-rich gas from the device 6 is made of constant value, the device 6 is regulated only for a flow rate of the generated gas.



## ⑪ 公開特許公報 (A) 平4-133271

⑥Int.Cl.<sup>5</sup>H 01 M 8/04  
8/06

識別記号

府内整理番号

⑩公開 平成4年(1992)5月7日

P 9062-4K  
K 9062-4K

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全7頁)

⑪発明の名称 燃料電池

⑪特 願 平2-254527

⑪出 願 平2(1990)9月25日

⑪発明者	松島 敏雄	東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日本電信電話株式会社内
⑪発明者	大島 一夫	東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日本電信電話株式会社内
⑪発明者	龟山 寿雄	東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日本電信電話株式会社内
⑪発明者	長谷川 崇	東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日本電信電話株式会社内
⑪出願人	日本電信電話株式会社	東京都千代田区内幸町1丁目1番6号
⑪代理人	弁理士 志賀 富士弥	

## 明細書

## 1. 発明の名称

燃料電池

## 2. 特許請求の範囲

(1) 燃料極と酸化剤極と電解質から成るセルを多数積み重ねて発電部を構成し、前記燃料極には燃料ガスを供給し、前記酸化剤極には酸化剤ガスを供給することによって発電する燃料電池において、

前記酸化剤極への酸化剤ガス供給通路の入口に通常の大気よりも高い酸素濃度の酸化剤ガスを調製し供給する調製手段と接続するとともに、あわせて通常の大気の取り入れ口も併設し、かつ前記燃料電池の発電出力を検出して発電電流に応じて前記酸化剤ガス調製手段からの発生ガス量と前記大気の取り入れ口の開口度とを調節するコントロール部を具備し、

前記燃料電池の発電出力に応じて該酸化剤ガス中の酸素濃度をコントロール出来るようにしたことを特徴とする燃料電池。

## 3. 発明の詳細な説明

## 【産業上の利用分野】

本発明は、燃料と酸化剤を用い、これらの反応によって発電する燃料電池の構造に関するものである。

## 【従来の技術】

燃料電池は、燃料極と酸化剤極が電解質とセバレークを介して交互に積み重ねられた発電部を有し、各板間に燃料および酸化剤を供給することで発電するものの総称であり、構成材料によって、いくつかの種類に分類されるが、実用的な見地からはリン酸を電解質に使用したリン酸型燃料電池が技術的な完成度に到達している。

このリン酸型燃料電池の従来例の系統図は第3図のとおりであり、また発電部の構成は第4図のとおりである。この従来例は、発電部1とその発電部1に供給する水素を主成分とする燃料ガスを原料ガスから作製する改質器2と、この改質器2を高溫で作動させるためのバーナ3と、このバーナ3に空気を送り込むとともに前記発電部1の各

セルの酸化剤極 1, 3 に対して酸化剤ガスとして空気を送り込むプロワー 4 と、上記燃料ガスを作製する際に原料ガスへ混入する水蒸気を供給する水蒸気発生装置 5 を有している。

発電部 1 は、電解質 1, 4 を挟んで燃料極 1, 3 と酸化剤極 1, 3 が配置されて構成されるセル（単セル）がセパレータ 1, 5 を介して多数積層されており、一定数のセル毎に冷却板 1, 2 が設けられるとともに、各極 1, 1, 3 には電気出力部 1, 6 が設けられている。冷却板 1, 2 に対しては、水の補給ライン 5, 1 から供給された水が水蒸気発生装置 5 と冷却水ライン 5, 2 を通して冷却水として供給され、冷却板 1, 2 を通過した後、一部の冷却水は水蒸気発生装置 5 で水蒸気となる。その際、発電部 1 で集められた熱は水蒸気発生に必要な熱として利用される。改質器 2 へは、原料ガス供給ライン 2, 1 を通して原料ガスが供給され、この原料ガスに水蒸気発生装置 5 からの水蒸気が水蒸気供給ライン 5, 3 を通して混入される。これらにより、改質器 2 で原料ガス中のメタンガス等が水素ガスを

主成分とするガスに改質され、このガスが燃料供給ライン 2, 2 を通して各セルの燃料極 1, 1 に均等に送られる。各セルの燃料極 1, 1 からの排出ガスは、燃料ガス排出ライン 3, 1 を通してバーナ 3 に燃料として供給され、プロワー 4 からの空気で排出ガス中の未反応の水素が燃焼される。プロワー 4 は反応用空気の送風も兼ねており、発電部 1 の各セルの酸化剤極 1, 3 への空気は空気供給ライン 4, 1 を通して供給され、反応後の空気は空気排出ライン 4, 2 を通して排出される。

上に述べたように、従来例のリン酸型燃料電池においては、燃料として原料ガスを改質した水素を使用し、酸化剤に酸素を用いているが、酸素源としては最も身近な空気が使用されている。また、発電部 1 の温度は約 190°C 前後とされ、この様な温度条件下における水素と酸素の反応によって、電気エネルギーが得られている。この時の発電効率としては、約 40% が得られている。

#### 【光明が解決しようとする課題】

ところで、上記の燃料電池において、燃料の保

有しているエネルギーから電気エネルギーへの変換効率が向上すれば、発電単価の低減をもたらし結果的には発電コストの低減につながるので、燃料電池の効率向上は重要な検討課題の一つとなっていた。

このような効率の向上に効果のある対策としては、反応用空気中の酸素分圧を高めることがあげられる。酸素分圧を高めることは、酸化剤ガス中の酸素濃度そのものを高めることであり、この場合、酸素分圧が  $P_1$  から  $P_2$  に上昇した際の単セルの発電電圧の上昇は下記の式 (1) によって表される。

$$\Delta V [mV] = 103 \cdot \log \frac{P_2}{P_1} \quad \dots (1)$$

この式 (1) に基づいて、酸素濃度 50% の酸化剤ガスを供給した時の電圧上昇率を計算する。大気をそのまま使用し、酸素利用率を 50% とした場合、出口の酸素量は入口換算で 10.5% で、出口における酸素分圧は、生成水蒸気の分圧を考慮すると 0.095 気圧となり、酸化剤極板内の平均酸素分圧は 0.153 気圧となる。一方、入

口の酸素濃度を 50%、酸素利用率を 20% とした場合、出口の酸素量は入口換算で 4.0%、酸素分圧は 0.363 気圧となり、酸化剤極板内の平均酸素分圧は 0.43 気圧となる。従って、酸素濃度を高めたことによる、単位セル当たりの電圧上昇値、および電圧上昇率は以下のように求められる。なお、通常使用する運転状態における、リン酸型燃料電池のセル 1 組あたりの電圧は、概ね 0.65V であり、ここでは、その値を用いている。

#### 電圧上昇値（セル 1 組あたり）

$$\Delta V = 103 \cdot \log \frac{0.43}{0.153} = 46.22 mV$$

$$\text{電圧上昇率} = \frac{0.046 + 0.65}{0.65} = 1.07 \text{ 倍}$$

このように、酸素濃度を高めると、入口と出口間の平均酸素分圧は高くなり、燃料電池の出力を高めることができる。

ところで、燃料電池の出力特性は、第 5 図のような電流（電流密度） - 電圧（単セル出力電圧）特性で表現される。この電流 - 電圧特性は、從来

の燃料電池に酸素濃度の高い酸化剤ガスを供給した時の燃料電池の出力特性を示し、(a)は比較のために空気をそのまま酸化剤側に供給した場合、(b)は酸素濃度が高いガスを供給した場合である。この図から明らかなように、酸素濃度を高めると、出力特性曲線は電圧の高いほうに全体的にシフトする。一方、燃料電池の通常の運転条件を見ると、電流密度は  $200 \text{ mA/cm}^2$  程度を上限とし、これ以下の領域で使用されている。この理由の一つは、電流密度を過度に大きくしても電圧が低下してしまうため出力の上昇が大きくならず、効率も良くないためである。一方、電流密度が小さい場合には、セルの出力電圧が高くなるが、使用状態におけるセル電圧には電池の特性上から上限が存在する。この限界は、セル電圧の上昇が特に酸化剤側の電圧上界に大きく表れ、この酸化剤側の電圧上界が極端上に分散されている膜層の溶出や電極の基板であるカーボンの腐食をもたらすので、これを防ぐために定められたものである。リン酸型燃料電池における、このような限

界電圧は  $0.8 \text{ V}$  と言われている。

以上のように、燃料電池の電流密度には、上限だけでなく下限も存在することになる。従って、通常、燃料電池の出力部には擬似的な負荷が設置されており、外部の負荷へ流れる電流が小さくなり電流密度が限界値以下になりそうな状況になつた際には、発電電流を増加させ、負荷の所要量を越えた電流をこの擬似負荷に流し、セルの出力を圧が過度に高くなることを防止している。燃料電池を運転する状態では、通常、放電電流は定格出力近辺に設定されていることが多いため、このような対策を講じる必要性は少ない。しかし、待機状態や出力が小さい場合にはこの様な対策が必要になってくる。

酸素濃度を高めた酸化剤ガスを燃料電池に送入した場合、既述したように燃料電池の出力電圧が高くなる。従来例の燃料電池では、プロワーが1台しかなく、この1台のプロワーがバーナ3に空気を送るとともに、発電部1内の酸化剤側1～3への空気の送入を兼ねており、酸化剤側1～3に

送る気体の酸素濃度だけを高めることはできなかつた。もし、これまでのバーナ3への空気の流路と酸化剤側1～3への流路とを分離し、各々専用の流路を設けても、単に酸素濃度を高めた酸化剤ガスを送入する構成のままでは、電流密度の小さい領域で使用する時には、従来と同様に発電電流を増加させ、負荷の所要量を越えた電流はこの擬似負荷に流すことによって電流密度を大きくさせて電圧を降下させる以外に方法なし。しかし、この方法は敢えて必要とされる電流以上の値で発電を行わせているに他ならず、出力が小さい運転状態や待機状態が多い場合、これは燃料をいたずらに浪費していることになり、燃料電池の総合的な効率の観点から見ると重大な欠点である。

本発明は、このような欠点を改善するために創案されたもので、酸素濃度の増加により燃料電池の効率向上を図るとともに、発電電流が小さい状態となりセルの出力電圧が高くなった場合には、酸素濃度を調整して燃料電池の劣化を防止し、燃料の浪費を抑える燃料電池を提供することを目的

とする。

#### 【課題を解決するための手段】

上記の目的を達成するための本発明の燃料電池の構成は、

燃料棒と酸化剤側と電解質から成るセルを多数積み重ねて発電部を構成し、前記燃料棒には燃料ガスを供給し、前記酸化剤側には酸化剤ガスを供給することによって発電する燃料電池において、

前記酸化剤側への酸化剤ガス供給通路の入口に通常の大気よりも高い酸素濃度の酸化剤ガスを調製し供給する酸化剤ガス調製手段を接続するとともに、あわせて通常の大気の取り入れ口も併設し、

かつ前記燃料電池の発電出力を検出して発電電流に応じて前記酸化剤ガス調製手段からの発生ガス量と前記大気取り入れ口の開口度とを調節するコントロール部を具備し、

前記燃料電池の発電出力に応じて該酸化剤ガス中の酸素濃度をコントロール出来るようにしたことを特徴とする。

#### 【作用】

本発明は、酸素富化装置により、燃料電池の発電部への酸化剤ガスの供給通路の入口から通常の大気よりも高い酸素濃度の酸化剤ガスを供給して、酸素濃度の増加によって燃料電池の効率向上を図るとともに、発電電流が小さい状態となり発電部を構成するセルの出力電圧が高くなつた場合には、この状態を検出して酸化剤ガスの供給通路の入口に並設した通常の大気の取り入れ口の開口度をその状態に応じてコントロール部で調節し、酸化剤ガス中の酸素濃度を調節して、出力電圧を低下させて燃料電池の劣化を防止するとともに、燃料の消費を抑える。

#### [実施例]

以下、本発明の実施例を図面に基づいて詳細に説明する。

第1図は本発明の一実施例構成を示す燃料電池の全体の系統図である。本実施例は、第3図に示した従来例に示すように一つのプロワー4からの空気をバーナ3とともに直接発電部1の各セルの酸化剤槽13に導入する構成に代えて、各セルの

酸化剤槽13に対する空気の供給路とバーナ3への空気の供給路を分離し、酸化剤槽13に対し通常の大気よりも高濃度の酸素を含んだ酸化剤ガスと通常の空気の両方を取り入れ、その酸素濃度を発電出力に応じて調節可能とする。本実施例における発電部1の構成は第3図の従来例と同様であり、またその発電部1の各セルの燃料槽11に対する燃料の供給系統の構成、および発電部1の冷却板12に対する冷却水の供給系統ならびに上記燃料の供給系統の改良器2に対する水蒸気の供給系統の構成も従来例と同様であり、第1図の各要素には第3図と同一符号を付してある。

本実施例は、高濃度の酸素を含んだ酸化剤ガスの酸素濃度を燃料電池の発電出力に応じて調節可能な酸化剤槽13に導入するために、第3図の従来例に対し、発電部1の各セルの酸化剤槽13への酸化剤ガス供給入口に、通常の大気よりも高濃度の酸素を含んだ酸化剤ガスを調製する酸素富化装置6を設置し接続するとともに、酸素富化装置6からの高濃度の酸素を含んだ酸化剤ガスの濃度

を調整するための空気取り入れ口63と、この空気取り入れ口63に空気を送風するためのプロワー62を設置する一方、発電部1の電気出力部16に発電出力を検出するための発電電流の電流検出器84を挿入し、この電流検出器84で検出した発電電流に応じて上記の大気取り入れ口63の開口度の調節とプロワー62の運転制御を行うコントローラ81を付加している。

以上のように構成した実施例の動作及び作用を述べる。

第2図は本実施例における燃料電池の出力電圧の制御方法を説明するための出力特性図であり、(a)は、空気をそのまま酸化剤槽に供給した場合の電流密度-セル電圧出力特性を示し、(b)、(c)、(d)はそれぞれ酸素濃度が30%、40%、50%である酸化剤ガスを供給した場合の電流密度-セル電圧出力特性を示している。燃料電池に酸素濃度の高い酸化剤ガスを供給した際の燃料電池の出力特性は、酸素濃度に依存して(b)、(c)、(d)の出力特性カーブで示されるよ

うに、酸素濃度が増すにつれ、出力電圧が(b)、(c)、(d)の順に高くなる（ここでは、(d)を酸素濃度50%、酸素利用率20%における特性として説明する）。従って、同一電流で発電を行った場合、電圧が上昇した分だけ出力電力を増すことが出来る。しかし、先に述べたように発電部のセルの出力電圧が0.8Vを越える状態では、酸化剤槽の劣化が生じる。従って、従来は、セルの出力電圧がこのような値を越えないようするため、擬似負荷に故意に電流を流し、燃料電池からの発電電流を増加させて電圧の低下を防いでいた。

ところで、酸化剤ガスの酸素濃度を高くする第5図で説明したように、出力特性カーブが上方に向かってシフトする。従って、このような電圧コントロールの開始電圧値は「」から「」に移動し、通常の大気を送入していた時よりも大きな電流値から電圧コントロールを開始する必要が生じる。そこで、本実施例では、このような領域になった時に、電圧値に応じた酸素濃度となるよう、酸素富

化学装置 6 からの発生ガス量と空気取り入れ口 6 3 からの大気の取り込み量とをコントローラ 6 1 により調整して、酸化剤槽 1 3 へ送入する酸化剤ガス中の酸素濃度をコントロールし、擬似負荷に電流を流すという手段によって行われる電圧コントロールの電流領域が極端小さくなるようにしている。

上記における燃料電池の出力電圧コントロール時の、供給酸化剤ガス中の酸素濃度と発電電流との具体的な関係は、第 2 図に示したとおりである。この図では、電流密度の小さい領域を拡大して表示してある。酸素濃度を 50 % に高めた場合の燃料電池の出力電圧は、曲線 (d) で示されるように、出力電流が減少していくと、曲線 (d) に沿って D 点から D 点まで上昇する。従って、この時点で、電圧上昇をおさえる対策を施すことになり、上記による酸素濃度の調整を行う。しかし、酸素濃度の高い酸化剤ガスから通常の大気に短時間で切り替えると出力電圧が D 点から A A 点まで過渡的に急激に低下し、燃料電池の出力に大きな

変動が生じる。そこで、このような電圧変動を防ぐため、本実施例では出力電圧が D 点に到達した場合、それ以後は D - C - B - A の経路に沿って電圧が移行するように酸素濃度を制御する。具体的には、第 2 図の曲線 (c) を酸素濃度 40 % に対する電圧特性、曲線 (b) を酸素濃度 30 % に対する電圧特性とすると、C 点では酸素濃度が 40 %、B 点では 30 % になるように、酸素富化装置 6 からの発生ガス流量と空気取り入れ口 6 3 からの大気量を制御し、電流密度が低下するにつれて徐々に出力電圧を低下させている。ちなみに、第 2 図のケースでは、酸素富化装置 6 からのガス流量と空気取り入れ口 6 3 からの大気量の割合は表 1 のとおりとなる。従って、この表 1 に沿って各気体の流量を調整するだけで良い。なお、ここでは酸素富化装置 6 からの酸素富化ガスの酸素濃度は 50 % の一定値としているので、酸素富化装置 6 は発生ガスの流量調整だけ行えばよい。

(以下、余白)

表 1 酸素富化装置 6 の酸素濃度と酸素流量の関係

電流	I <sub>1</sub>	I <sub>2</sub>	I <sub>3</sub>	I <sub>4</sub>
酸素富化用	21	30	40	50
酸素量(%)				
大気量 (%) *	100	69	34	6
酸素富化装置 6 からの 酸素流量(%) *	0	31	66	100

ただし、\* では各電流において必要とされる酸化剤ガス中の大気と酸素富化ガスの体積パーセントを示している。

なお、高濃度の酸素を含んだ酸化剤ガスは、例えば気体分離膜を適用した酸素富化装置で得ることができると、小形の燃料電池においては例えば酸素ポンベ等を用いてこのような酸化剤ガスを得ることも可能であり、このような酸化剤ガスの調整手段としては特にこれらの装置等だけに限定されるものではなく、所定の濃度の酸化剤ガスが得られるものであれば適用可能である。また、上記実施例では、リン酸型燃料電池を例に電圧制御方法を述べたが、燃料電池の種類が変わった場合で

も、出力電圧等の制御権が変更されるだけで基本的に同様に適用できる。このように、本発明はその主旨に沿って種々に応用され、種々の実施態様を取り得るものである。

#### [発明の効果]

以上の説明で明らかのように、本発明の燃料電池によれば、酸素富化装置等の調製手段によって調製された通常の大気よりも酸素を多量に含む酸化剤ガスを燃料電池の酸化剤槽に送入することで、燃料電池を通常運転する使用条件下では発電電力の増加を図ることができ、一方、燃料電池の酸化剤槽の酸化剤ガス供給口に併設した大気の取り入れ口の開口度と、酸素富化装置等の調製手段からの発生ガス量と、燃料電池の発電出力に応じて調節することで、酸化剤ガス中の酸素濃度をコントロールすることが可能になり、燃料電池からの取り出し電流が小さく電極単位面積あたりの電流密度が小さくなるような運転状態になった場合には、酸素濃度の低減が図れ、電圧を低下させるために擬似負荷に流す電流量を増すことが無く、結

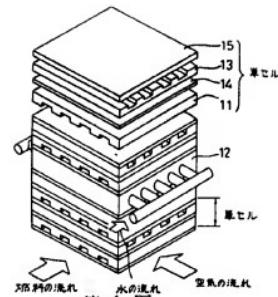
果として総合的な燃料の使用量も減少して無駄な浪費が抑えられ、燃焼電池の運転経費そのものも低減させることができる。

#### 4. 図面の簡単な説明

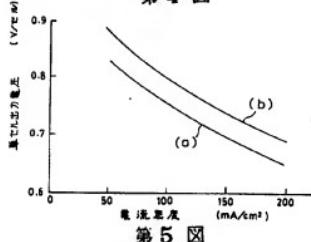
第1図は本発明の一実施例の構成を示す全体の系統図、第2図は上記実施例の動作および作用を説明するための出力特性図、第3図は従来例の構成を示す系統図、第4図は上記従来例の発電部の構成を示す斜視図、第5図は上記従来例の出力特性図である。

1…発電部、6…酸素富化装置、11…燃料棒、13…酸化剤棒、14…電解質、16…電気出力部、81…コントローラ、62…ブロワー、63…空気取り入れ口、64…電流検出器。

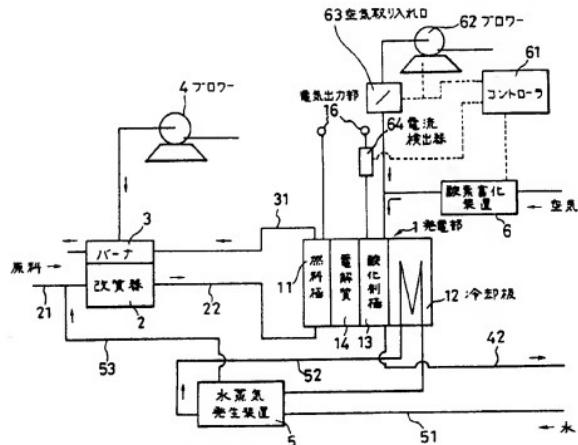
代理人 志賀富士弥



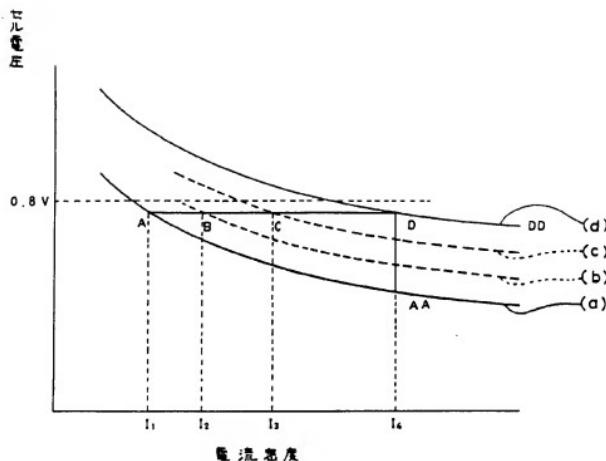
第4図



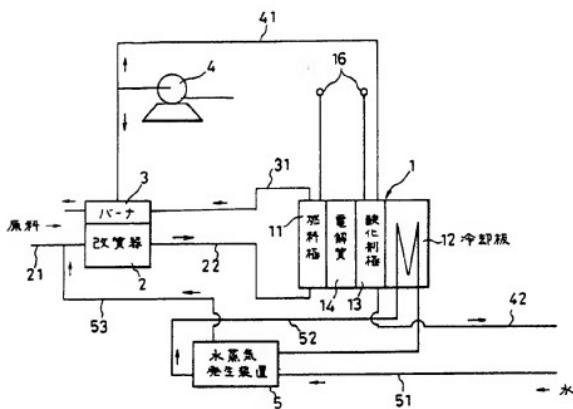
第5図



第1図



第2図



第3図